






## Method and device for determining the personal dose in mixed neutron/photon fields

**Patent number:** DE10132550  
**Publication date:** 2003-01-30  
**Inventor:** LUSZIK-BHADRA MARLIES (DE); WENDT WILFRIED (EE)  
**Applicant:** BUNDESREP DEUTSCHLAND (DE)  
**Classification:**  
- international: G01T1/02; G01T1/24; G01T3/08  
- european: G01T1/02; G01T1/24; G01T3/08  
**Application number:** DE20011032550 20010709  
**Priority number(s):** DE20011032550 20010709

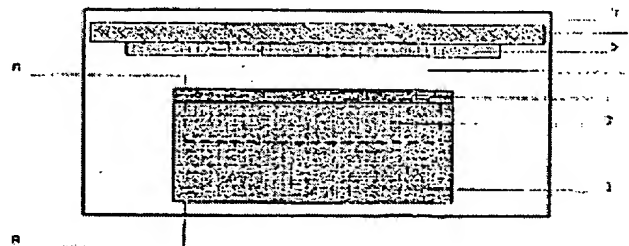
**Also published as:**

 WO03007018 (A3)  
 WO03007018 (A2)  
 EP1405101 (A3)  
 EP1405101 (A2)  
 US2004188677 (A)

**Report a data error here**

### Abstract of DE10132550

The invention relates to an instrument which uses an individual semi-conductive detector with special coverings as an essential sensor, and a method whereby the amplitude information of the signals from said semi-conductive detector are used to determine a person's dose in mixed neutron/photon-fields. Said instrument is highly sensitive and has a low energy dependency. It is possible for the dose to be read directly, and to emit a warning if the dose limit is exceeded. The inventive method enables a compact person's dose meter, which is immune to interference, to be produced with low power consumption.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



21 Aktenzeichen: 101 32 550.9  
22 Anmeldetag: 9. 7. 2001  
43 Offenlegungstag: 30. 1. 2003

- 71 Anmelder:  
Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, dieses wiederum vertreten durch den Präsidenten der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt Braunschweig und Berlin, 38116 Braunschweig, DE
- 72 Erfinder:  
Luszik-Bhadra, Marlies, 38116 Braunschweig, DE;  
Wendt, Wilfried, 38112 Braunschweig, EE
- 56 Entgegenhaltungen:  
US 53 21 269  
M. Luszik-Bhadra, A Prototype Personal Neutron Dosimeter with one Silicon Diode, European Workshop on Individual Monitoring of External Radiation, 4-6 September 2000, Helsinki, in: Radiation Protection Dosimetry Vol. 96, Nos. 1-3, pp. 227-229 (2001), Nuclear Technology Publishing;  
F. Shiraishi et al., A New Type Personnel Neutron Dosimeter With Thin Si Detectors, IEEE Transactions on Nuclear Science, Vol. 35, No. 1, February 1988, p. 575-578;  
Aoyama, K., Nagase, Y., Suzuki, T., Watanabe, S., Taniguchi, K., Muramatsu, K. Fujita, M. and Fuji, Y. The Development of New Generation Electronic Personal Dosimeters, Proceedings of IRPA-10,

10th International Congress of the International Radiation Protection Association, CD-ROM, IRPA, Hiroshima (2000);  
Ankerhold, U., Behrens, R., Abrosi, P. X-ray spectrometry of low energy photons for determining conversion coefficients from air kerma, Ka, to personal dose equivalent, Hp (10), for radiation qualities of the ISO narrow spectrum series, Radiat. Prot. Dosim. 81, 247-258 (1999);  
Guldbakke, S., Rossiter, M. J., Schäffler, D. and Williams, T. T. The Calibration of Secondary Standard Ionisation Chambers in High Energy Photon  
Fields, Radiat. Prot. Dosim. 35, 237-240 (1991);  
Fehrenbacher, G., Biersack, J., Cordes, E. and Wahl, W. Response Converter Semiconductor Detectors on Neutron Radiation. Radiat. Meas. 28, 429-434, 1997;  
Kluge, H. Irradiation Facility with Radioactive Reference Neutron Sources: Basic Principles, Report PTB-N-34 (1998);  
Neumann, S., Guldbakke, S., Matzke, M. and Sosaat, W. Photon Spectrometry in Monoenergetic Neutron  
Fields, PTB-report (im Druck);

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

- 54 Vorrichtung und Verfahren zur Bestimmung der Personendosis in gemischten Neutronen-/Photonen-Feldern sowie anderer Messgrößen in anderen Strahlenfeldern
- 57 Die Erfindung betrifft ein Instrument, das als wesentlichen Sensor einen einzigen Halbleiterdetektor mit speziellen Abdeckungen benutzt, und ein Verfahren, mit dem die Signale dieses Halbleiterdetektors über ihre Impulshöheninformation zur Bestimmung der Personendosis in gemischten Neutronen-/Photonen-Feldern benutzt werden. Es weist eine hohe Empfindlichkeit und eine geringe Energieabhängigkeit auf und bietet die Möglichkeit, die Dosis direkt abzulesen und bei Überschreiten von Dosisgrenzen zu warnen. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht die Realisierung eines kompakten und störungsempfindlichen Personendosimeters mit geringer Leistungsaufnahme.

## Beschreibung

## 1 Anwendungsgebiet

5 [0001] Die Erfindung betrifft vorrangig ein im Bereich der Personendosimetrie einsetzbares Instrument.

## 2 Stand der Technik

10 [0002] Es sind mehrere direkt anzeigende Personendosimeter bekannt, die für Strahlenfelder geeignet sind, die ausschließlich aus Photonen bestehen. Für Strahlenfelder, in denen Neutronen und Photonen gemischt auftreten, sind gegenwärtig allerdings nur zwei Instrumente bekannt. Beide Instrumente liefern insbesondere für die Messung der Personendosis von Neutronenstrahlung nur unbefriedigende Ergebnisse.

[0003] Eines dieser beiden Instrumente [1] nutzt für seine Messungen vier Halbleiterzähler. Hierbei variiert jedoch das Ansprechvermögen für die Neutronendosis, das im Energiebereich von einigen keV bis einigen MeV möglichst konstant sein sollte, um mehr als einen Faktor 100.

15 [0004] Das andere der beiden Instrumente [Siemens EPD-nMk2.0; Angaben sind dem Handbuch und der Beschriftung des Instruments selbst entnommen, Veröffentlichungen zum Aufbau sind nicht bekannt] nutzt drei Halbleiterzähler. Der Energiebereich für den Nachweis von Neutronen beschränkt sich hier auf den Bereich thermisch bis intermediär. Dieses Instrument ist damit in wesentlichen Anwendungsbereichen der Personendosimetrie auf Neutronen nicht empfindlich.

20 [0005] Bei den benutzten Auswerteverfahren zur Bestimmung der Neutronendosis ist bekannt, dass die Hoch-Energie-Bereiche des Impulshöhenspektrums ausgewertet werden, die von durch Neutronen erzeugten geladenen Kernen hervorgerufen werden [2]. Dieses Verfahren ist jedoch nicht für die gleichzeitige Auswertung einer Neutronen- und einer Photonendosis geeignet.

25 3 Aufgabe

[0006] Hier setzt die Erfindung an. Es soll ein direkt anzeigendes Personendosimeter für gemischte Neutronen-/Photonenfelder entwickelt werden, das bei den in relevanten Arbeitsbereichen auftretenden Strahlenfeldern eine richtige Dosisbestimmung für beide Strahlenarten getrennt und für die Gesamtdosis ermöglicht. Darüber hinaus wurde ein Verfahren gewählt, das eine möglichst kleine und einfache Bauweise ermöglicht, da komplexere Aufbauten die Störanfälligkeit und den Anschaffungspreis erhöhen.

## 4 Lösung

35 [0007] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst,

- a) dass nur ein Halbleiterzähler sowohl zur Bestimmung der Neutronen- als auch der Photonendosis benutzt wird,
- b) dass die Impulshöheninformation vom Halbleiterzähler für die Ermittlung von Neutronen- und Photonendosis benutzt wird, wobei die Impulse in einem geeigneten Impulshöhenintervall aufsummiert und durch ein mittleres Ansprechvermögen dividiert werden und dadurch gleichzeitig sowohl die Neutronen- als auch die Photonendosis bestimmt wird,
- c) dass der Halbleiterzähler mit einer empfindlichen Fläche zwischen  $0,1 \text{ cm}^2$  und  $30 \text{ cm}^2$  bei angelegter Spannung zwischen 1 V und 100 V eine abgereicherte empfindliche Schicht (2) mit einer Dicke zwischen  $1 \mu\text{m}$  und  $400 \mu\text{m}$  aufweist sowie eine Totschicht (3) mit einer Dicke zwischen 10 nm und  $20 \mu\text{m}$  vor der empfindlichen Schicht (2)
- 40 d) dass sich vor dem Detektor ein Luftspalt (4) (bis zu 2 cm breit) befindet,
- e) dass vor dem Luftspalt (4) ein Konverter 1 (5) angebracht ist, der aus Materialien mit  $^6\text{Li}$  oder  $^{10}\text{B}$ -Gehalt besteht und Dicken von  $0,1 \mu\text{m}$  bis 2,5 cm aufweist,
- 45 f) dass vor dem Konverter 1 (5) ein Konverter 2 (6) angebracht ist, der aus wasserstoffhaltigem Plastik mit einer Dicke von bis zu 2,5 cm besteht und
- 50 g) dass ein Absorber (7), bestehend aus Materialien mit  $^6\text{Li}$ ,  $^{10}\text{B}$  oder Cd-Gehalt und einer Dicke von 0,1 mm bis 2 cm, den Halbleiterdetektor, den Luftspalt (4) sowie die Konverter 1 (5) und 2 (6) umgibt.

## 5 Offenbarung

55 [0008] Die erfindungsgemäße Vorrichtung und das entsprechende Verfahren machen sich zunutze, dass Photonen durch den relativ kleinen Energieverlust ihrer Sekundärelektronen vorwiegend Signale im Nieder-Energie-Bereich des Impulshöhenspektrums verursachen.

[0009] Die Möglichkeit der gleichzeitigen Bestimmung von Neutronen- und Photonendosis ist eine besondere Neuheit und ermöglicht den Bau einfacher, direkt anzeigender Dosimeter. Die Sonde, das Photonenansprechvermögen, die untere Messschwelle und das Verhalten in gemischten Neutronen-/Photonenfeldern werden nachfolgend an einem Beispiel beschrieben und dann verallgemeinert:

Es wurden Untersuchungen mit der in Abb. 1 schematisch dargestellten Detektorsonde durchgeführt, die folgenden Aufbau hat:

- 65 n-Siliziumdetektor (1):  $257 \mu\text{m}$ ,  $560 \Omega\text{cm}$ ,  $1 \text{ cm}^2$  effektive Fläche,
- abgereicherte empfindliche Schicht (2):  $40 \mu\text{m}$  Dicke,
- Totschicht (3): 50 nm Dicke,
- Luftspalt (4): 0.4 mm Dicke,

Konverter 1 (5):  $^6\text{LiF}$ , 3,6  $\mu\text{m}$  Dicke,  
 Konverter 2 (6): Polyäthylen, 1 mm Dicke,  
 Absorber (7): Polyäthylene + 50%  $\text{B}_4\text{C}$ , 2 mm Dicke,  
 Spannung (8): 9 V.

[0010] Die Konverter 1 und 2 (5, 6) sind für den Neutronennachweis optimiert. Sie bestehen im wesentlichen aus Plastik, borhaltiger Plastik und einer dünnen  $^6\text{LiF}$ -Schicht vor dem Silizium-Detektor. Durch eine angelegte Spannung von 9 V wird eine abgereicherte empfindliche Schicht (2) von 40  $\mu\text{m}$  erzeugt. Diese dünne Schicht reduziert die Empfindlichkeit auf Photonenstrahlung so, dass sie bei der Bestimmung der Neutronendosis, für die der Hoch-Energie-Bereich des Impulshöhenspektrums benutzt wird ( $> 1,5 \text{ MeV}$ ), nicht stört.

[0011] Trotzdem gibt es eine hohe Empfindlichkeit für Photonen im Niedrig-Energie-Bereich des Impulshöhenspektrums. Für den Bau eines möglichst einfachen Dosimeters ist es möglich, die Signale der gleichen Detektorsonde zur Bestimmung der Photonendosis heranzuziehen und in gemischten Neutronen-/Photonen-Feldern den Einfluss der durch Neutronen erzeugten Signale auf die Photonenanzeige zu minimieren.

[0012] Dazu wurde die Dosimetersonde auf einem ISO-Wasser-Phantom mit Röntgen-Strahlung der N-Serie, mit  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$ , 4,4 MeV und 6 bis 7 MeV Gamma-Strahlung bestrahlt [3, 4]. Die Signale des Halbleiterdetektors wurden mit konventioneller nuklearer Elektronik verstärkt und ihr Impulshöhenspektrum aufgenommen. Die Energiekalibrierung wurde mit  $\alpha$ -Teilchen einer  $^{241}\text{Am}$ -Quelle durchgeführt. Die Energieauflösung betrug ca. 30 keV. Die gemessenen Impulshöhenspektren, normiert auf eine Photonen-Personendosis  $H_p(10) = 1 \text{ mSv}$  sind in Abb. 2 dargestellt: Die Überschneidung der Kurven bei den Niedrig-Energie-Signalen der Impulshöhenspektren zeigt, dass die einfachste Lösung für ein fast konstantes Ansprechvermögen für  $H_p(10)$  eine Integration der Impulse in einem einzigen Intervall um etwa 100 keV ist. Da in diesem Intervall die Intensität bei Bestrahlung mit Photonen besonders hoch ist, wird der Einfluss von Neutronen auf die Photonenanzeige minimiert.

[0013] Abb. 3 zeigt das Ansprechvermögen als Funktion der mittleren Photonenenergie unter Benutzung einer Integration von Impulsen im Impulshöhenbereich von 60 keV bis 150 keV. Die Bestrahlungen wurden mit senkrechtem Einfall zur Detektoroberfläche ( $0^\circ$ ) und – in einigen Fällen – bei  $60^\circ$  zur Detektor-Normalen durchgeführt. Alle Werte weichen für Bestrahlungen mit Photonen im Energiebereich von 80 keV bis 7 MeV um weniger als 30% (siehe gestrichelte Linien in Abb. 3) vom Mittelwert (323 Impulse pro  $\mu\text{Sv}$ , siehe durchgezogene Linie in Abb. 3) ab. Der Abfall bei kleinen Photonenenergien (N80, mittlere Energie 65 keV) wird wahrscheinlich durch die elektronische Schwelle verursacht, die bei ungefähr 70 keV gesetzt wurde, um den Untergrund bezüglich des elektronischen Rauschens zu minimieren.

[0014] Die untere Nachweisschwelle hängt sowohl vom Rauschen als auch von Untergrundsignalen (verursacht durch die natürliche terrestrische Strahlung) ab. Eine Messung über fünf Tage im Labor ergab eine Photonendosisanzeige von 2,6  $\mu\text{Sv}$ . Dieser Wert ist für Anwendungen im Strahlenschutz fast vernachlässigbar, kann aber für genauere Messungen auch subtrahiert werden. Eine untere Nachweisschwelle in der Größenordnung von 1  $\mu\text{Sv}$  ist bei einer Messdauer von 8 Stunden leicht erreichbar.

[0015] In gemischten Neutronen-/Photonen-Feldern können Neutronen auch im Niedrig-Energie-Bereich des Impulshöhenspektrums Signale produzieren, vorwiegend als Resultat von elastisch gestreuten Neutronen am Silizium [5]. Da exakte Rechnungen für die erfindungsgemäße Vorrichtung nicht vorliegen, wurde der mögliche Einfluss durch Messungen in verschiedenen Neutronen-Kalibrierfeldern untersucht. Abb. 4 zeigt eine Messung, die mit einer  $^{241}\text{Am}$ -Be-Neutronenquelle (1 mm Pb zur Abschirmung von niederenergetischen Photonen) durchgeführt wurde. Die Messung ist auf eine Neutronen-Personendosis  $H_p(10) = 1 \text{ mSv}$  normiert.

[0016] Der Vergleich mit dem Ansprechvermögen für Photonen zeigt deutlich, dass mögliche Beiträge im Impulshöhenbereich um 100 keV niedriger als einige Prozent sind. Weiterhin sieht die Form der Verteilung im Niedrig-Energie-Impulshöhenbereich ähnlich aus wie das Photonenansprechvermögen. Da in der Regel die Neutronen-Kalibrierfelder geringe Anteile einer Photonendosis aufweisen und der Einfluss aus von dem Neutronenenergiespektrum abhängen kann, wurden Bestrahlungen mit Neutronen unterschiedlicher Quellen, die Neutronen mit Energie zwischen thermisch und 14,8 MeV produzieren, durchgeführt und die Photonendosis, die unter Kenntnis des mittleren Ansprechvermögens aus den Impulshöhensignalen des Halbleiterdetektors bestimmt wird, mit den Ergebnissen eines GM-Zählers verglichen. Die Messungen mit dem GM-Zählrohr wurden frei in Luft durchgeführt und die Messwerte bezüglich Neutronen-Ansprechvermögen des GM-Zählrohrs korrigiert [6, 7].

[0017] Da der GM-Zähler im Photonenfeld einer  $^{60}\text{Co}$ -Quelle kalibriert wurde, aber keine Korrekturen bezüglich Photonen-Energie gemacht wurden, können im Fall der  $^{241}\text{Am}$ -Be-Quelle, bei der Photonen mit höheren Energien emittiert werden (4,45 MeV), wegen des höheren Ansprechvermögens des GM-Zählers bei diesen Energien bis zu einem Faktor 1,7 zu hohe Werte angezeigt werden.

[0018] Die Ergebnisse der relativen Photonen-zu-Neutronendosis sind in Tabelle 1 angegeben. Mit Ausnahme der Messung an der  $^{241}\text{Am}$ -Be-Quelle sind die relativen Photonen-zu-Neutronen-Dosisverhältnisse, die mit dem Halbleiterzähler bestimmt wurden, leicht höher als die Ergebnisse des GM-Zählers (bis zu 2%). Diese höheren Werte können sowohl durch direkte Quellphotonen als auch durch von Neutronen im Phantom erzeugten Photonen hervorgerufen werden. In allen Fällen ist der Einfluss jedoch klein und akzeptabel.

Tabelle 1

[0019] Vergleich des Verhältnisses von Photonen-zu-Neutronen Äquivalentdosis, gemessen mit dem Halbleiterdosimeter  $(H_p/H_n)_{\text{Mess}}$  mit Werten gemessen mit dem GM-Zähler  $(H_p/H_n)_{\text{GM}}$  für verschiedene Neutronen-Kalibrierfelder.

Neutronenfeld	$(H_\gamma/H_n)_{GM}$	$(H_\gamma/H_n)_{Mess.}$
$^{252}\text{Cf}$	0.038	0.046
$^{252}\text{Cf (mod)}$	0.13	0.151
$^{241}\text{Am-Be}$	0.034	0.015
14.8 MeV	0.0012	0.0055

[0020] Für einen zusätzlichen Photonennachweis muss die bereits für ein Neutronendosisimeter entwickelte "low power"-Elektronik (Verstärker, ADC, Mikroprozessor) nach bekannten Methoden modifiziert werden, um eine bessere Auflösung im Niedrig-Energie-Impulshöhensbereich zu erreichen.

[0021] Es wurde anhand eines Beispiels gezeigt, dass unter Benutzung eines einzigen Halbleiterdetektors mit speziellen Konvertern und Absorbern, optimiert für die Bestimmung einer Neutronendosis, und der Impulshöheninformation ein Dosimeter aufgebaut werden kann, mit dem sowohl die Neutronendosis als auch die Photonendosis bestimmt werden kann. Während die Neutronendosis auf der Basis von Signalen, die Energiedepositionen oberhalb von 1,5 MeV verursachen, bestimmt wird, werden für die Bestimmung der Photonendosis Impulshöhensignale von 80 keV bis 150 keV benutzt.

[0022] Auf diese Weise erhält man ein Ansprechvermögen, das im Photonenenergiebereich von 80 keV bis 7 MeV für Bestrahlungen bei senkrechtem Einfall zur Detektoroberfläche und bei 60° zur Detektornormalen um weniger als 30% variiert. Die untere Nachweisgrenze liegt in der Größenordnung von 1 µSv. Neutronen tragen in gemischten Neutronen-/Photonen-Feldern zur Photonenanzeige mit weniger als 2% bei.

[0023] Allgemein ist eine Lösung nach dem im Beispiel beschriebenen Prinzip auch möglich, wenn die Parameter des Sondaufbaus und die Bereiche der Pulshöhenspektren in gewissen Grenzen variiert werden:

Mögliche Veränderungen des Sondaufbaus:

Halbleiterdetektor (1): 0,1 cm<sup>2</sup> bis 30 cm<sup>2</sup> Fläche

Abgereicherte Schicht (2): 1 µm bis 400 µm Dicke

Totschicht (3): 10 nm bis 20 µm Dicke

Luftspalt (4): 0 bis 2 cm

Konverter 1 (5): Materialien mit <sup>6</sup>Li oder <sup>10</sup>B

Konverter 2 (6): Wasserstoffhaltige Plastik: 0 bis 2,5 cm

Absorber (7): Materialien mit <sup>6</sup>Li, <sup>10</sup>B oder Cd, 0,1 mm bis 2 cm Dicke

Spannung (8): 1 V bis 100 V

[0024] Ebenfalls möglich sind dabei folgende Veränderungen der Bereiche des Impulshöhenspektrums:

Photonen: 10 keV bis 2 MeV

Neutronen: > 300 keV

[0025] Durch die aufgezeigten möglichen Veränderungen der Sondenparameter sowie die Veränderungen in den Bereichen des Impulshöhenspektrums wird es möglich, die Sonde auch in anderen Strahlenfeldern, z. B. bei Myonen und Elektronen, einzusetzen und dabei andere Messgrößen, z. B. Umgebungsäquivalentdosis, Kerma, biologische Dosis, zu bestimmen.

[0026] Alle vorstehend genannten Energien beziehen sich auf eine Energiekalibrierung mit α-Strahlung aus einer <sup>241</sup>Am-Quelle.

#### Bevorzugte Anwendungen

[0027] Vorzugsweise wird das erfindungsgemäße Verfahren eingesetzt, um an Arbeitsplätzen, in denen gemischte Strahlung von Photonen und Neutronen auftritt, die Personendosis zu ermitteln. Die geringe Energieabhängigkeit des Geräts, die direkte Anzeige der Dosis und der Einbau von Alarmschwellen führen zu deutlichen Verbesserungen im Strahlenschutz. Mögliche Anwendungsgebiete sind die Messung der Personendosis von Begleitpersonen für Transportbehälter von Brennelementen (z. B. CASTOR), Arbeitern in Kernkraftwerken, Beschäftigten an hochenergetischen Teilchenbeschleunigern, Piloten und Bordpersonal von Flugzeugen.

#### Erläuterung der Zeichnungen

##### Abb. 1

#### Schematischer Aufbau der Dosimeter-Sonde

1 n-Siliziumdetektor: 257 µm, 560 Ωcm, 1 cm<sup>2</sup> effektive Fläche

2 Abgereicherte empfindliche Schicht: 40 µm

3 Totschicht: 50 nm

4 Luftspalt: 0,4 mm

5 Konverter 1: <sup>6</sup>LiF, 3,6 µm

6 Konverter 2: Polyäthylen, 1 mm

7 Absorber: Polyäthylen + 50% B<sub>4</sub>C, 2 mm

8 Spannung: 9 V

## Abb. 2

[0028] Impulshöhenspektren, gemessen für Photonenpektren verschiedener Strahlenqualitäten. Die Strahlenqualitäten sind in der Abbildung angegeben (mittlere Energien in Klammern). Alle Messungen wurden auf  $H_p(10) = 1 \text{ mSv}$  normiert. Die benutzte elektronische Schwelle entspricht einer deponierten Energie von 70 keV (Kalibrierung mit  $^{241}\text{Am}$   $\alpha$ -Quelle). 5

## Abb. 3

[0029] Relatives Ansprechvermögen des Dosimeters auf  $H_p(10)$  für die gleichen Photonen wie in Abb. 2, angegeben als Funktion der mittleren Photonen-Energie. Die gestrichelten Linien zeigen Abweichungen von 30% vom Mittelwert (durchgezogene Linie) an. 10

## Abb. 4

[0030] Impulshöhenspektren, gemessen mit einer  $^{241}\text{Am}$ -Be-Neutronen-Quelle. Zum Vergleich sind die Impulshöhenspektren der Photonenmessungen aus Abb. 2 hinzugefügt. 15

## Literatur

1. Aoyama, K., Nagase, Y. Suzuki, T., Watanabe, S., Taniguchi, K., Muramatsu, K. Fujita, M. and Fuji, Y. The Development of New Generation Electronic Personal Dosimeters. Proceedings of IRPA-10, 10<sup>th</sup> International Congress of the International Radiation Protection Association, CD-ROM, IRPA, Hiroshima (2000). 20
2. Luszik-Bhadra, M., A Prototype Personal Neutron Dosemeter with one Silicon Diode. Contribution to "European Workshop on Individual Monitoring of External Radiation", 4-6 September 2000, Helsinki, Radiat. Prot. Dosim. (im Druck). 25
3. Ankerhold, U., Behrens, R., Ambrosi, P. X-ray spectrometry of low energy photons for determining conversion coefficients from air kerma,  $K_a$ , to personal dose equivalent,  $H_p(10)$ , for radiation qualities of the ISO narrow spectrum series. Radiat. Prot. Dosim. 81, 247-258 (1999).
4. Guldbakke, S., Rossiter, M. J., Schäffler, D. and Williams, T. T. The Calibration of Secondary Standard Ionisation Chambers in High Energy Photon Fields. Radiat. Prot. Dosim. 35, 237-240 (1991). 30
5. Fehrenbacher, G., Biersack, J., Cordes, E. and Wahl, W. Response of Converter Semiconductor Detectors on Neutron Radiation. Radiat. Meas. 28, 429-434, 1997.
6. Kluge, H. Irradiation Facility with Radioactive Reference Neutron Sources: Basic Principles. Report PTB-N-34 (1998). 35
7. Neumann, S., Guldbakke, S., Matzke, M. and Sosaat, W. Photon Spectrometry in Monoenergetic Neutron Fields. PTB-report (im Druck).

## Patentansprüche

1. Vorrichtung und Verfahren zur Bestimmung der Personendosis in gemischten Neutronen-/Photonen-Feldern sowie anderer Messgrößen in anderen Strahlenfeldern, **dadurch gekennzeichnet**,
  - a) dass nur ein Halbleiterzähler sowohl zur Bestimmung der Neutronen- als auch der Photonendosis benutzt wird,
  - b) dass die Impulshöheninformation vom Halbleiterzähler für die Ermittlung von Neutronen- und Photonendosis benutzt wird, wobei die Impulse in einem geeigneten Impulshöhenintervall aufsummiert und durch ein mittleres Ansprechvermögen dividiert werden und dadurch gleichzeitig sowohl die Neutronen- als auch die Photonendosis bestimmt wird,
  - c) dass der Halbleiterzähler mit einer empfindlichen Fläche zwischen  $0,1 \text{ cm}^2$  und  $30 \text{ cm}^2$  bei angelegter Spannung zwischen 1 V und 100 V eine empfindliche abgereicherte Schicht mit einer Dicke zwischen  $1 \text{ }\mu\text{m}$  und  $400 \text{ }\mu\text{m}$  aufweist sowie eine Totschicht mit einer Dicke zwischen  $10 \text{ nm}$  und  $20 \text{ }\mu\text{m}$  vor der empfindlichen Schicht,
  - d) dass sich vor dem Detektor ein Luftspalt (bis zu  $2 \text{ cm}$  breit) befindet,
  - e) dass vor dem Luftspalt ein Konverter 1 angebracht ist, der aus Materialien mit  $^6\text{Li}$  oder  $^{10}\text{B}$ -Gehalt besteht und Dicken von  $0,1 \text{ }\mu\text{m}$  bis  $2,5 \text{ cm}$  aufweist,
  - f) dass vor dem Konverter 1 ein Konverter 2 angebracht ist, der aus wasserstoffhaltigem Plastik mit einer Dicke von bis zu  $2,5 \text{ cm}$  besteht und
  - g) dass ein Absorber, bestehend aus Materialien mit  $^6\text{Li}$ ,  $^{10}\text{B}$  oder  $\text{Cd}$ -Gehalt und einer Dicke von  $0,1 \text{ mm}$  bis  $2 \text{ cm}$ , den Halbleiterdetektor, den Luftspalt sowie die Konverter 1 und 2 umgibt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass andere Strahlenfelder (z. B. Myonen, Elektronen) verwendet werden. 40
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass andere Meßgrößen (z. B. Umgebungsäquivalentdosis, Kerma, biologische Dosis) bestimmt werden. 45

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

Abbildung 1

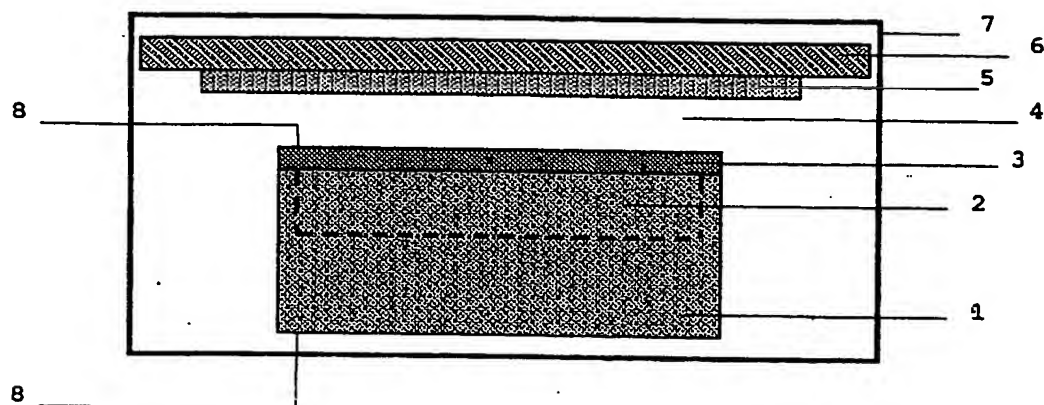


Abbildung 2

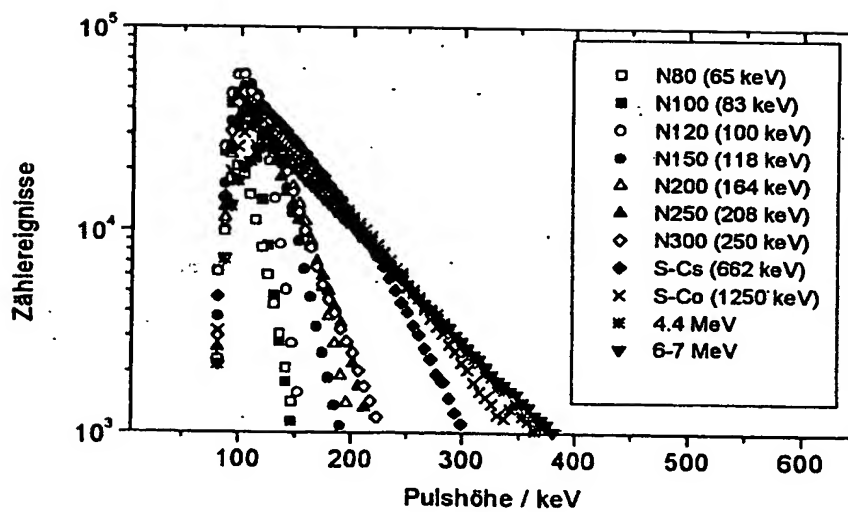




Abbildung 3

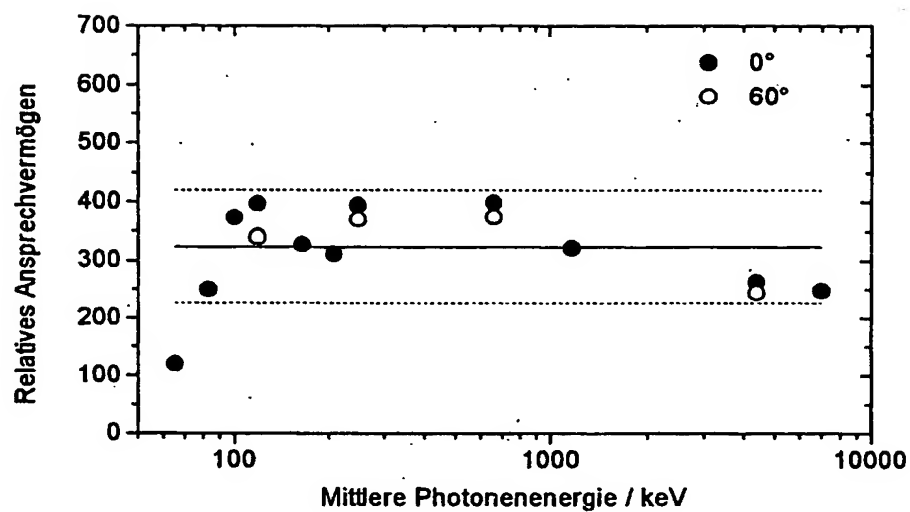


Abbildung 4

